

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-348311

(43)Date of publication of application : 15.12.2000

(51)Int.Cl.

G11B 5/39

(21)Application number : 11-158216

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 04.06.1999

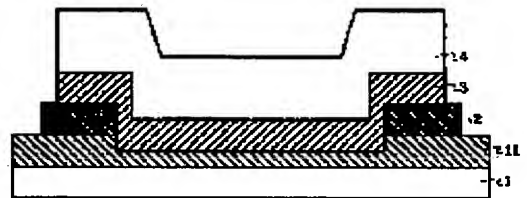
(72)Inventor : SEYAMA YOSHIHIKO

## (54) MAGNETIC SENSOR, ITS PRODUCTION AND MAGNETIC RECORDING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily produce and to improve the reliability by laminating a lower electrode layer which consists of a hardly oxidative metal or, even when the layer is oxidized, the oxide film has electric conductivity, a giant magnetoresistive film and an upper electrode layer in this order.

**SOLUTION:** The magnetic sensor element consists of lower terminal layers 1, 11 which constitute a lower electrode layer, insulating layer 2, giant magnetoresistive (GMR) layer 3, and upper terminal layer 4 which constitutes an upper electrode layer. Namely, the sensor has a structure such that the lower terminal layer 11 is inserted between the lower terminal layer 1 and the insulating layer 2. The lower terminal layer 11 comprises an Au film or Ru film, and the lower terminal layer 1 comprises a Cu film. By using Au or the like as the metal material for the lower terminal layer, no oxide film is formed on the bottom of a contact hole even when oxygen plasma or the like is used in the processes after the lower terminal layer is formed and until the GMR layer is formed. Or, even when an oxide film is formed by using Ru, the electric resistance of the oxide film can be suppressed to be small.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-348311

(P2000-348311A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード (参考)

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

5D034

審査請求 未請求 請求項の数 5

O L

(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-158216

(22) 出願日 平成11年6月4日 (1999. 6. 4)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72) 発明者 瀬山 喜彦

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100072590

弁理士 井桁 貞一

Fターム(参考) 5D034 BA03 BA09 BB01 DA07

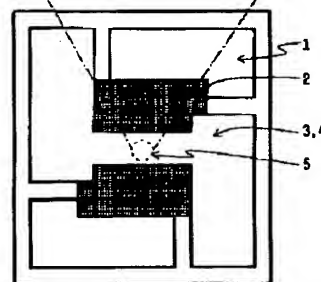
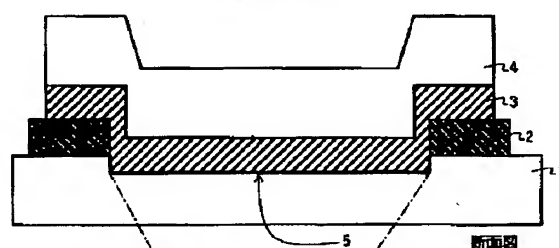
(54) 【発明の名称】 磁気センサーとその製造方法および磁気記録装置

(57) 【要約】

【課題】 製造が容易であって信頼性が高く、小型でかつ出力が安定した磁気センサーを提供する。

【解決手段】 多層膜GMRの膜面と垂直方向に電流を流す構造の磁気センサーであって、下端子層表面のコンタクトホールに相当する領域とGMR層下面との接触面を、酸化し難い金属材料、若しくは酸化しても酸化膜が電気伝導性を有する金属材料で形成する。その金属材料はAu、Os、Ir、Pt、Ru、Rh、およびPdの内の1種であるか、その合金であり、電気陰性度が高い。

本発明の原理図



- 1: 下端子層 3: GMR層  
2: 絶縁層 4: 上端子層  
5: コンタクトホール

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 難酸化性の金属、若しくは酸化しても酸化膜が電気伝導性を有する金属の表面を有する下部電極層と、

前記下部電極層の上に形成された巨大磁気抵抗 (GMR) 膜と、

前記 GMR 膜上に積層された上部電極層と、

を有する CPP 型多層膜 GMR 構造の磁気センサー。

【請求項 2】 一方の引き出し電極を構成する下部電極層と、

前記下部電極層上に形成され、前記下部電極層を一部露出させるコンタクトホールを有する絶縁層と、

前記コンタクトホールとその周囲の前記絶縁層とを含む領域に形成される巨大磁気抵抗 (GMR) 層と、

前記 GMR 層上に形成され、他方の引き出し電極を構成する上部電極層と、を備えた CPP 型の多層膜 GMR 磁気センサーであって、

前記下部電極層の表面の、前記コンタクトホールの底面に相当する領域が、難酸化性の金属材料で、若しくは酸化しても酸化膜が電気伝導性を有する材料で形成されることを特徴とする磁気センサー。

【請求項 3】 下部電極層の表面に用いる金属材料が、Au、Os、Ir、Pt、Ru、Rh、および Pd の内のいずれかの 1 種であるか、若しくはその合金であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の磁気センサー。

【請求項 4】 請求項 1 乃至請求項 3 に記載された磁気センサーが組み込まれた磁気抵抗効果ヘッドと該磁気抵抗効果ヘッドによって磁気的情報が読み出される磁気記録媒体とを有する磁気記録装置。

【請求項 5】 上下の電極間に電流を流し、多層膜 GMR と下部電極とが接するコンタクトホールに流れる電流の抵抗変化を検知する CPP 型構造の磁気センサーの製造方法であって、

表面の少なくとも前記コンタクトホールの底面に相当する領域に、難酸化性の金属材料、若しくは酸化しても酸化膜が電気伝導性を有する金属材料を用いて下端子層を成膜する工程と、

前記下端子層の上に一方の引き出し電極のレジストを形成する工程と、

前記引き出し電極のレジストを耐エッチングマスクに使用して前記下端子層の周辺領域をエッチングにより除去し、更に前記引き出し電極のレジストを剥離し、前記下端子層を露出する工程と、

絶縁層を成膜する工程と、

前記絶縁層の上に絶縁層のレジストを形成する工程と、

前記絶縁層のレジストの中央部をエッチングにより除去して前記下端子層を露出させ前記下端子層上に前記コンタクトホールを形成する工程と、

前記絶縁層のレジストを耐エッチングマスクに使用して

前記絶縁層の周辺領域をエッチングにより除去し、更に前記絶縁層のレジストを剥離し、前記絶縁層を露出する工程と、

前記コンタクトホールとその周囲の絶縁層とを含む領域に GMR 層および上端子層を成膜する工程と、

前記上端子層の上に他方の引き出し電極のレジストを形成する工程と、

前記引き出し電極のレジストを耐エッチングマスクに使用して前記 GMR 層および上端子層の周辺領域をエッチングにより除去し、更に前記引き出し電極のレジストを剥離し、前記上端子層を露出する工程と、

を有することを特徴とする磁気センサーの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ハードディスクドライブなどの磁気記録装置に使用される磁気センサーに関わり、特に巨大磁気抵抗効果 (以下 GMR 効果という) を利用した磁気抵抗効果ヘッドに有効な磁気センサーとその製造方法に関わる。

## 【0002】

【従来の技術】コンピュータに接続されるハードディスクドライブなどの磁気記録装置に組み込まれる磁気ヘッドには、従来より、コイルに発生する誘導電流により磁場を間接的に感知するものが用いられていたが、最近では、磁性材料において外部磁場の方向と電流の方向が異なる時に、外部磁場の大きさにより電気抵抗が変化する磁気抵抗効果 (以下 MR 効果という) を利用して、磁場自体を直接感知する磁気センサーを組み込んだ MR 効果ヘッドが用いられるようになってきた。

【0003】MR 効果を利用した磁気ヘッドによって磁気記録装置などの記録密度は大幅に向上したが、更なる記録密度向上への要求は大きく、最新の磁気ヘッドには MR 効果よりも抵抗変化が大きく、記録密度の向上が更に期待できる GMR 効果を利用した磁気ヘッドが用いられている。

【0004】GMR 効果を利用した磁気ヘッドは、スピントラル構造の GMR 膜を用いたものが主であるが、多層膜構造の GMR 膜を用いたものが検討されている。

【0005】反強磁性層を用いたスピントラル構造の GMR 膜では、MR 比が 8 [%] 前後であり、20~40 [ギガビット/平方インチ] の記録密度まで対応可能と考えられている。

【0006】一方、多層膜構造の GMR 膜では、40 [ギガビット/平方インチ] 以上の記録密度が対応可能と考えられている。この程度の記録密度になると、MR 比は少なくとも 10 [%] 以上である必要がある。

【0007】また、記録ビットサイズはトラック幅で 0.3 [μm] 以下、ビット長で 0.07 [μm] 以下と小さくなるため、GMR 膜の厚さは少なくとも 0.07 [μm] 以下であること、すなわち上下磁気シールド

との絶縁層厚を各200 [Å] とすると300 [Å] 以下であることが望まれている。

【0008】多層膜GMRでは、最も大きなMR比(30~50 [%]) が得られる第一ピークにおいては、抵抗変化に要する外部磁界は数キロエルステッド[kOe] 以上と大きい値になるが、MR比が10~20 [%] である第二ピークにおいては、抵抗変化に要する外部磁界は100~200 [Oe] 前後と小さくなり、磁気記録装置に組み込まれる磁気ヘッドに充分適用可能と考えられる。

【0009】更に、多層膜GMRにおいては膜面に平行に電流を流す場合(CIP型; Current-In-the-Plane) と膜面に垂直に電流を流す場合(CPP型; Current-Perpendicular-to-the-Plane) があるが、CIP型に比べてCPP型の方が抵抗変化が大きくなることが知られている。また、CPP型の磁気センサーは素子の断面積が小さい方が抵抗が大きくなり、抵抗変化の測定精度が向上する。すなわち、磁気記録装置のトラック幅を狭くすることに適している。

【0010】CPP型の磁気センサーの素子構造の一例を図9に示す。図9は磁気センサーの断面図である。この素子は下部電極層である下端子層1、絶縁層2、GMR層3および上部電極層である上端子層4からなる。この例では下端子層および上端子層はCu膜からなる。

【0011】図9では上端子層から下端子層に向けてGMR層のコンタクトホールを通してセンス電流を流す。図9の矢印で示した部分がコンタクトホール5の底面である。コンタクトホールの底面において下端子層1の露出面とGMR層3の下面が接触する。この接触面の接触抵抗の大きさが磁気センサーのセンス電流の大きさに影響を及ぼす。

【0012】CPP型の磁気センサーの素子構造の他の例を図10の磁気センサーの素子構造(2)に示す。図10に示す素子構造の磁気センサにおいては、下端子層1と上端子層4とを、例えばNiFe膜により構成する。これにより下端子層1と上端子層4とが同時に磁気シールド層としての機能をも備える。

【0013】図10の磁気シールド間距離(図10のt) はGMR層の厚さと等しくなり、図9のCu膜を用いた場合(図9のT) に比べて磁気シールド間距離を大幅に縮小することができ、磁気センサーの小型化に寄与する。

【0014】図9および図10に示すような素子構造を有する磁気センサの製造工程では、図11の磁気センサの製造工程に示すように、先ず基板上に下端子層1を成膜し、その上にレジストパターンを形成した後、下端子の形状にミリングする。

【0015】その上に絶縁層2を成膜し、次いでレジストパターンを形成し、更にミリングして、絶縁層の中央

領域にコンタクトホールを形成した後、コンタクトホール全体と少なくともその周囲の絶縁層とを含む領域にGMR層3を成膜する。その上に上端子層4を成膜し、更にレジストパターンを形成し、上端子形状にミリングする。

【0016】以下の例により従来技術をさらに説明する。尚、これらの磁気センサーではGMR層をCoFe/CuまたはCo/Cuなどの多層膜構造とし、絶縁層としてはSiO<sub>2</sub> などを用いる。

#### 10 【0017】例1

図11に示すプロセスに従って、基板上に下端子層としてCu5000 [Å] を形成し、その上にレジストをコートし、露光し、現像してレジストパターンを形成し、アルゴンレーザにより下端子形状にミリングした。次に、その上に絶縁層としてCVD (Chemical Vapor Deposition) 法によってSiO<sub>2</sub> 層500 [Å] を形成し、次いでレジストパターンの形成およびミリングを行ってコンタクトホールを形成した。更に、その上に、多層膜構造のGMR層としてCoFe50 [Å] / [CoFe11 [Å] / Cu22 [Å] ] ×10層を形成し、次に上端子層としてCu2000 [Å] を形成し、次いでレジストパターンを形成し、上端子形状にミリングを行った。

#### 【0018】例2

次に下端子層としてCu5000 [Å] に代えてNiFe10000 [Å] を形成し、また上端子層としてCu2000 [Å] に代えてNiFe10000 [Å] を形成した。NiFe層は通常のめっき成膜法により形成したが、NiFe層の表面は、スパッタ成膜により得られたCu層に比較して粗かったため、上下端子層とGMR層との間にそれぞれCuスパッタ層を介在させ、NiFe層表面とGMR層との接触不良に起因すると考えられる不良発生率を改善した。

#### 【0019】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これらの工程の中で最も困難な点は、絶縁層にコンタクトホールを開ける工程である。イオンミルや反応性イオンエッチング(RIE)によりコンタクトホールを開けた後、レジストを剥離する必要があるが、ここで酸素プラズマなどを用いるとレジストの剥離は容易になるが、コンタクトホール底面の下端子層の金属表面に酸化膜が形成されてしまうという問題がある。

【0020】一方、酸素プラズマなどを用いなければレジストを剥離できない場合があり、歩留りの低下を招いてしまうという問題もある。また、酸素プラズマなどを用いずにレジストを剥離できたとしても、コンタクトホール底面に相当する部分が露出しており、その後の工程までに酸化物が形成されてしまう可能性もある。

【0021】コンタクトホール底面の下端子層の金属に酸化膜ができると、CPP素子の電気抵抗値が大きくな

ってしまい、その結果としてセンス電流によりC P P素子が発熱し、更にはC P P素子の破壊が発生する可能性が大きくなってしまう。

【0022】このようにC P P型の磁気センサーの製造に当たっては、コンタクトホール底面に酸化膜が形成されてしまうのを防止し、コンタクトホール底面における電気抵抗値を低く抑える必要がある。

【0023】本発明はこのような点にかんがみて、製造が容易であって信頼性が高く、小型でかつ出力が安定した磁気センサーを提供することを目的とする。

【0024】

【課題を解決するための手段】本発明の磁気センサーは、C P P型多層膜GMR構造の磁気センサーであって、難酸化性の金属、若しくは酸化しても酸化膜が電気伝導性を有する金属の表面を有する下部電極層と、下部電極層の上に形成された巨大磁気抵抗（GMR）膜と、GMR膜上に積層された上部電極層と、を有する。

【0025】また、本発明の磁気センサーは、一方の引き出し電極を構成する下部電極層と、下部電極層上に形成され、下部電極層を一部露出させるコンタクトホールを有する絶縁層と、コンタクトホールとその周囲の絶縁層とを含む領域に形成される巨大磁気抵抗（GMR）層と、GMR層上に形成され、他方の引き出し電極を構成する上部電極層と、を備えたC P P型の多層膜GMR磁気センサーであって、下部電極層の表面の、コンタクトホールの底面に相当する領域が、難酸化性の金属材料で、若しくは酸化しても酸化膜が電気伝導性を有する材料で形成されることを特徴とする。

【0026】更に、本発明の磁気センサーの下部電極層の表面に用いる金属材料はAu（金）、Os（オスミウム）、Ir（イリジウム）、Pt（白金）、Ru（ルテニウム）、Rh（ロジウム）、およびPd（パラジウム）の内のいずれかの1種であるか、若しくはその合金である。これらの金属材料は、酸化し難い性質を有するか、若しくは酸化しても酸化膜が電気伝導性を有する。

【0027】更にまた、本発明の磁気記録装置は、本発明の磁気センサーが組み込まれた磁気抵抗効果ヘッドと該磁気抵抗効果ヘッドによって磁気的情報が読み出される磁気記録媒体とを有する。

【0028】本発明の磁気センサーの製造方法は、上下の電極間に電流を流し、多層膜GMRと下部電極とが接するコンタクトホールに流れる電流の抵抗変化を検知するC P P型構造の磁気センサーの製造方法であって、表面の少なくともコンタクトホール底面に相当する領域に、難酸化性の金属材料、若しくは酸化しても酸化膜が、電気伝導性を有する金属材料を用いて下端子層を成膜する工程と、下端子層の上に一方の引き出し電極のレジストを形成する工程と、引き出し電極のレジストを耐エッチングマスクに使用して下端子層の周辺領域をエッチングにより除去し、更に引き出し電極のレジストを剥離

し、下端子層を露出する工程と、絶縁層を成膜する工程と、絶縁層の上に絶縁層のレジストを形成する工程と、絶縁層のレジストの中央部をエッチングにより除去して下端子層を露出させ下端子層上にコンタクトホールを形成する工程と、絶縁層のレジストを耐エッチングマスクに使用して絶縁層の周辺領域をエッチングにより除去し、更に絶縁層のレジストを剥離し、絶縁層を露出する工程と、コンタクトホールとその周囲の絶縁層とを含む領域にGMR層および上端子層を成膜する工程と、上端子層の上に他方の引き出し電極のレジストを形成する工程と、引き出し電極のレジストを耐エッチングマスクに使用してGMR層および上端子層の周辺領域をエッチングにより除去し、更に引き出し電極のレジストを剥離し、上端子層を露出する工程と、を有することを特徴とする。

【0029】図1は本発明の原理図であり、本発明の磁気センサーの構造を示す。図1の1は下端子層であり、一方の引き出し電極を構成し、難酸化性の金属材料、若しくは酸化しても酸化膜が電気伝導性を有する金属材料で形成される。

【0030】図1の2は絶縁層であり、下端子層1の上にコンタクトホールを構成する。3はGMR層であり、コンタクトホールとその周囲の絶縁層2とを含む領域に構成され、4は上端子層であり、他方の引き出し電極を構成する。5はコンタクトホールの底面を示す。コンタクトホールの底面5は下端子層1の表面であってGMR層3の下面と接触している。

【0031】金属が酸化し易いか、し難いかの尺度に電気陰性度がある。電気陰性度が大きいもの程、酸化し難い。電気陰性度の大きい金属は以下の通りである。

【0032】Au：2. 4

Os, Ir, Pt, Ru, Rh, Pd：2. 2

Cu, Agなど：1. 9

ここで酸化し難い金属とは酸素プラズマ中などでも、表面に酸化膜を形成しない金属のことである。このような金属にはAuやPtがある。

【0033】酸化膜は一般に絶縁体であるが、酸化膜が絶縁体でなくて電気伝導性がある場合には、酸化膜の厚さが非常に薄ければ電気抵抗は小さい。表面酸化膜は通常厚くないので、GMR層のスパッタ成膜直前に逆スパッタすることなどにより、酸化膜の厚さを非常に薄くできる。このような金属にはRuがある。

【0034】図2乃至図4は本発明の磁気センサーの製造工程を説明するための図である。図2の製造工程（1／3）は下部電極を下端子層を形成するまでの図である。まず酸化し難い性質の金属材料（例えばAu）若しくは酸化した場合でも酸化膜が電気伝導性を有する金属材料（例えばRu）を用いて下端子層を成膜する。（図2の1）

次に成膜した下端子層の上に一方の引き出し電極のレジ

ストを形成する。(図2の2) 続いて引き出し電極のレジストを耐エッチングマスクに使用して下端子層の周辺領域をエッチングにより除去する。(図2の3) 更に引き出し電極のレジストを剥離すると一方の電極を形成する下端子層が露出する。(図2の4)

図3の製造工程(2/3)は絶縁層を形成するまでの図である。下端子層を形成後、絶縁層を成膜する。(図3の5) 続いて絶縁層の上に絶縁層のレジストを形成する。絶縁層のレジストは中央領域にコンタクトホール形成用の穴が開いている。(図3の6)

次に絶縁層のレジストを耐エッチングマスクに使用して絶縁層をエッチングにより除去すると、レジストの中央領域にコンタクトホールに相当する下端子層が、レジストの周辺領域には一対の電極に相当する下端子層が露出する。(図3の7) 更に絶縁層のレジストを剥離すると絶縁層が露出する。(図3の8)

図4の製造工程(3/3)は上端子層を形成するまでの図である。絶縁層を形成後、コンタクトホールとその周囲の絶縁層とを含む領域にGMR層および上端子層を成膜する。(図4の9) 次に上端子層の上に他方の引き出し電極のレジストを形成する。(図4の10)

引き出し電極のレジストを耐エッチングマスクに使用してGMR層および上端子層の周辺領域をエッチングにより除去すると、下端子層の1対の電極と絶縁層の一部が露出する。(図4の11) 更に引き出し電極のレジストを剥離すると一対の電極を形成する上端子層が露出する。(図4の12)

下端子層の金属材料にAuなどを用いれば、下端子層を成膜してからGMR層を成膜するまで(図2の1から図4の9まで)の工程に酸素プラズマなどを用いても、コンタクトホール底面には酸化膜が形成されることがない。また、Ruを用いて酸化膜が形成された場合でも酸化膜における電気抵抗を小さく抑えることができる。

#### 【0035】

【発明の実施の形態】本発明の実施例について図面を用いて詳細に説明する。本発明の磁気センサーの素子構造の一例を図5の実施例(1)に示す。図5は磁気センサー素子の断面図である。この素子は、下部電極層を構成する下端子層1および下端子層11、絶縁層2、GMR層3、および上部電極層を構成する上端子層4からなる。すなわち、下端子層1と絶縁層2の間に下端子層11を挟んだ構造にする。

【0036】この例では、下端子層11をAu膜、若しくはRu膜とし、下端子層1を従来の下端子層の材料と同じCu膜にする。

【0037】本発明の磁気センサーの素子構造の他の例を図6の実施例(2)と図7の実施例(3)に示す。実施例(2)の場合、下端子層1全体をAu膜、若しくはRu膜にする。また、実施例(3)では下端子層11をコンタクトホールの底面の周辺に限定する。

【0038】実施例(1)および実施例(2)により本発明をさらに説明する。

【0039】実施例(1)：下端子層と絶縁層の間にRu層を挟んだ構造にする。次に示す素子構造の試料を作成した。

#### 【0040】

下端子層1(Cu層)の膜厚 : 400 [nm]

下端子層11(Ru層)の膜厚 : 100 [nm]

絶縁層2(SiO<sub>2</sub>層)の膜厚 : 50 [nm]

10 GMR層3の膜厚 : 37 [nm]

上端子層4(Cu層)の膜厚 : 300 [nm]

コンタクトホール径 : 0.9~2.6 [μm]

従来の方法と比較するために、Ruのない試料も作成した。得られた試料について、直流四端子法により抵抗値を測定した。測定結果を図8のコンタクトホール径と抵抗値に示す。

【0041】実施例(1)における試料の抵抗値は、従来の方法による試料の抵抗値の概ね1/10であった。これはコンタクトホール底面の接触抵抗が小さくなったためである。また、従来の方法による試料では、センス電流を10 [mA]以上にすると発熱による出力変動や素子破壊が発生した。一方、実施例(1)の試料では、センス電流を100 [mA]にしても発熱による出力変動や素子破壊は発生しなかった。

【0042】実施例(2)：下端子層全体をRu層にして、実施例(1)とほぼ同等の結果を得た。

【0043】尚、下端子層の材料としてRuの他にOs、Ir、Rh、Pd、Au、またはPtを用いることもある。

#### 30 【0044】

【発明の効果】磁気センサーに外部磁場を印加したときの抵抗値の変化を $\Delta R$ とすると、磁気センサーの出力は $\Delta V = \Delta R \times$ センス電流である。 $\Delta R$ は原理的には従来の方法による試料でも本発明の方法による試料でも変わらない。

【0045】従って本発明によれば接触抵抗を小さくすることができ、センス電流を大きくすることができるので、磁気センサーの出力( $\Delta V$ )が向上し、ノイズ成分が小さくなるという効果がある。

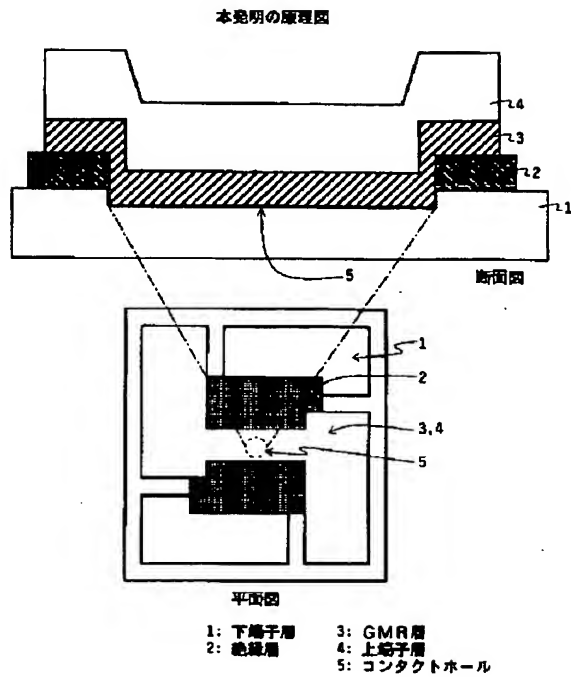
40 【0046】また、従来の方法による試料では接触抵抗にバラツキがあるので、素子ごとの出力が一定でない。これは磁気センサーの製造における歩留りを低下させる要因になる。一方、本発明の方法による試料では接触抵抗をほぼ0にすることができ、素子ごとの出力をほぼ一定にできる。その結果、歩留りの向上が期待できるという効果がある。

50 【0047】以上の説明から明らかなように、本発明によれば製造が容易であって、しかも小型でかつ出力が安定した、信頼性に優れた磁気センサーを実現できるという効果がある。

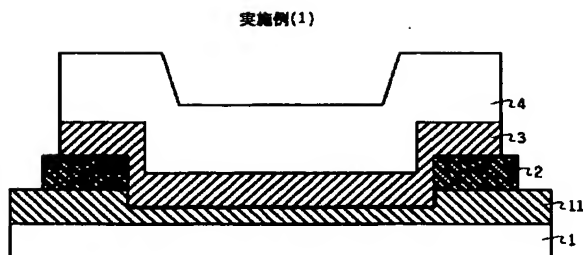
## 【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の原理図  
 【図2】 製造工程（1／3）  
 【図3】 製造工程（2／3）  
 【図4】 製造工程（3／3）  
 【図5】 実施例（1）  
 【図6】 実施例（2）  
 【図7】 実施例（3）  
 【図8】 コンタクトホール径と抵抗値

【図1】



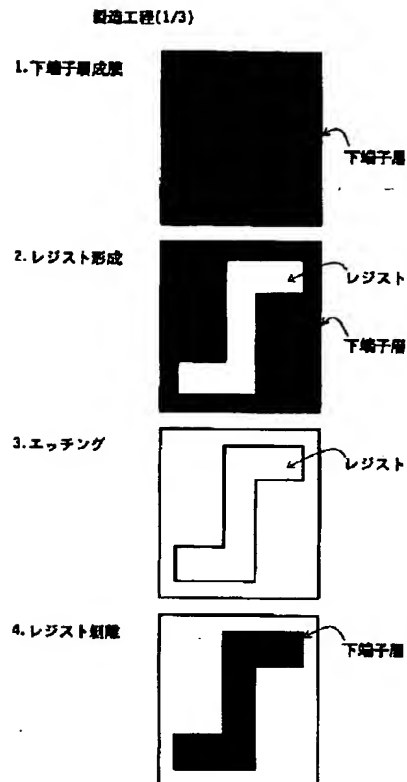
【図5】



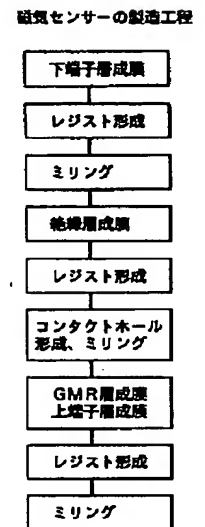
- 【図9】 磁気センサーの素子構造（1）  
 【図10】 磁気センサーの素子構造（2）  
 【図11】 磁気センサーの製造工程  
 【符号の説明】

- 1、11 下端子層  
 2 絶縁層  
 3 GMR層  
 4 上端子層  
 5 コンタクトホール

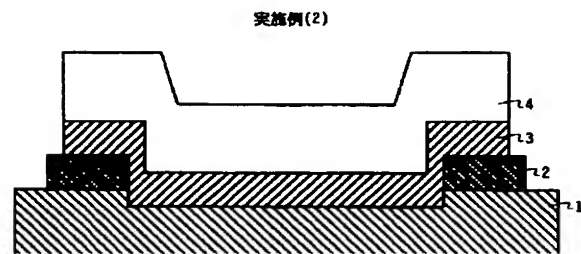
【図2】



【図11】

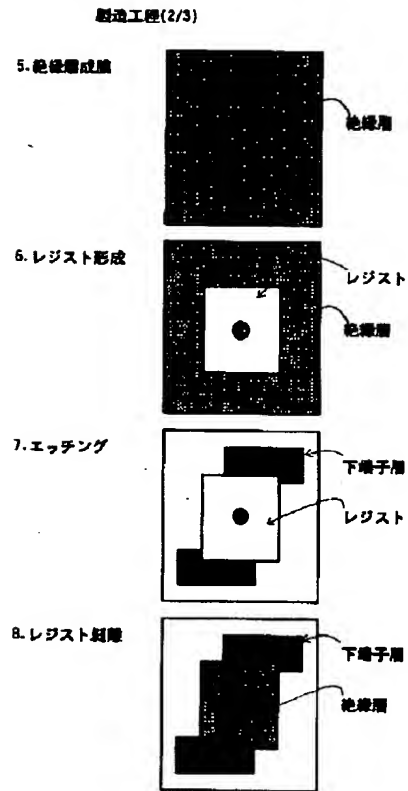


【図6】

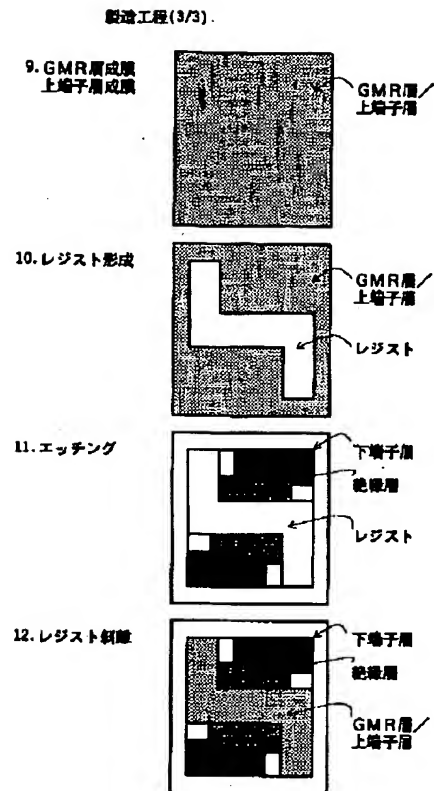




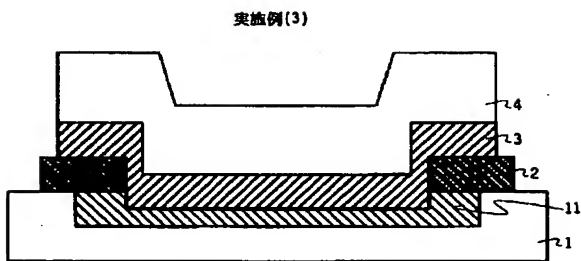
【図3】



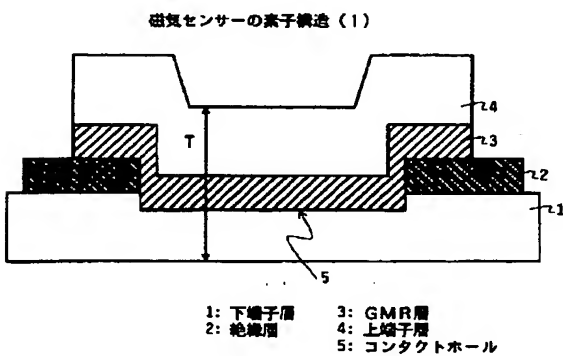
【図4】



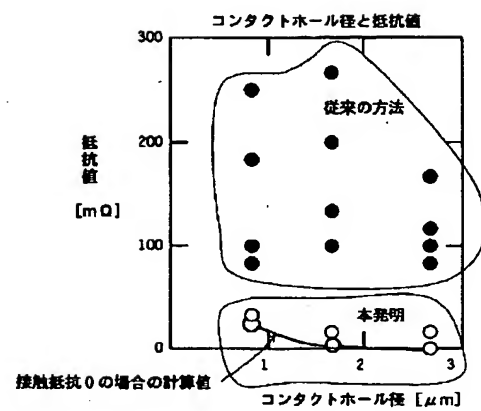
【図7】



【図9】

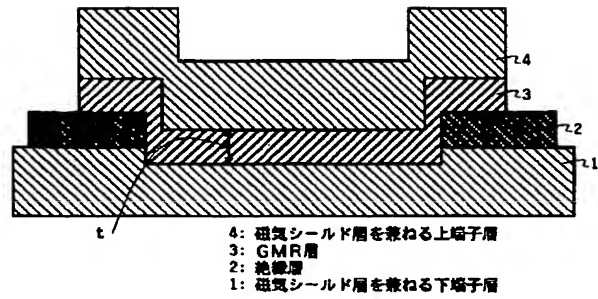


【図8】



【図10】

磁気センサーの素子構造 (2)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**